

電氣設備의 故障診斷

16. 電力用 콘덴서의 故障診斷要領

1. 머리말

電力用 콘덴서는 靜止機器이고 또한 完全密封構造로 되어 있기 때문에 사용중의 신뢰성은 극히 높은 것이지만 콘덴서 自體의 결함에 기인하는 것 이외에 外的要因, 가령 過電壓, 高調波, 서지의 侵入, 주위온도의 상승 등 사용조건에 따라 적기는 해도 사고가 발생한다.

여기서는 우선 電力用 콘덴서의 保護방식을 解説하고 다음에 保護裝置가 동작한 경우의 진단방법에 대하여 說明한다.

2. 電力用 콘덴서 設備의 保護方式

電力用 콘덴서 설비의 保護방식은 다음의 2 종류로 大別되며 일반적으로는 그림1, 표1과 같은 保護방식이 채용되고 있다.

- (i) 系統異常時의 保護(과전압, 저전압보호)
- (ii) 콘덴서 設備내의 保護 및 사고검출(단락, 과전류보호, 지락검출, 기기 내부사고검출)

(1) 系統異常時의 保護

電力用 콘덴서가 접속되어 있는 계통에 이상한 현상이 있는 경우에는

- (i) 電力用 콘덴서 설비 자체를 保護한다.
- (ii) 電力用 콘덴서가 접속됨으로써 계통에의 나쁜 영향의 확대를 防止한다.

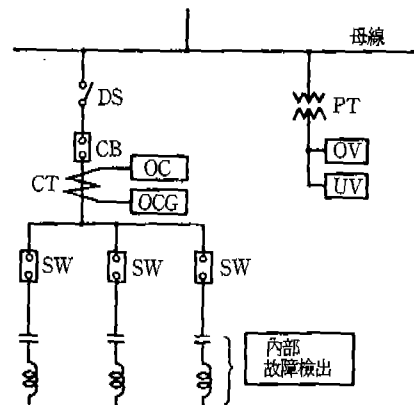
등의 두 가지 목적에서 過電壓 및 低電壓 保護가 실시되고 있다.

(a) 系統의 過電壓時의 保護

電力用 콘덴서의 허용최대 사용전압은 KS 규격(표2)에 정하고 있는 바와 같으며 콘덴서가 접속되어 있는 母線電壓의 상승으로 콘덴서의 단자전압이 이 값을 초과할 경우에는 과전압계 전기에 의하여 콘덴서 설비를 개방하는 保護방식이 채용되고 있다.

(b) 系統의 低電壓時의 保護

電力用 콘덴서는 계통이 저전압일 때는 특별



<그림1>

<표 1> 電力用 콘덴서 設備 保護方式

大 分 類	系統異常에 대한 보호		設備내의 사고에 대한 보호		
			설비내 배선에서의 사고에 대한 보호		
保護對象	콘덴서 및 系統에의 악영향		設備內 機器 全般		
保護繼電器	過電壓계전기(#59)	不足電壓계전기(#27)	과전류(또는 모선 단락) 계전기(#51 또는 #50)	영상과전류(또는 지락과 전압) 계전기(#51G 또는 #64)	
保護의 基本的 目的	<ul style="list-style-type: none"> 콘덴서의 基本波 과부하의 방지 KSC 4802 $\left\{ \begin{array}{l} \text{최고사용전압} < 110\% \\ \text{최대사용전류} < 135\% \end{array} \right\}$ (合成電流의 實効値를 상회하지 않을 것) 계통에의 악영향의 가능성에 대한 보호 최고사용전압은 고압용의 경우에는 최고 115% 이하 24시간의 평균은 110% 이하 	<ul style="list-style-type: none"> 변압기와의 동시 투입에 의한 콘덴서의 과전압방지 계통에의 악영향의 가능성에 대한 보호 (停電회복시에 콘덴서만이 남는 것을 방지) 특별히 적극적인 보호의 의미는 없다. (콘덴서는 최초에 투입하고 최후로 투입한다는 상식) 	<ul style="list-style-type: none"> 설비내에서의 단락 사고의 검출 上位과전류계전기와의 협조에 의하여 정전범위를 극한시킨다. 	<ul style="list-style-type: none"> 설비내에서의 지락사고의 검출 정전범위를 극한시킨다. 	
必 要 性	표준으로서 사용	좌와 같다.	좌와 같다.	좌와 같다.	계통조건에 따라 사용
계전기 동작시의 시퀀스	重故障 (간혹 경고장취급을 하는 경우도 있다.)	重故障	重故障	重故障	
계전기의 整定 (권 장 치)	<ul style="list-style-type: none"> 탭: 115V 레버: 1 	<ul style="list-style-type: none"> 탭: 60V 레버: 1~5 (고속도재페로에서는 등) 작하지 않도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 上位계전기와의 협조를 고려한다. 콘덴서 정격전류의 1.5배 정도 레버: 통상 1정도 투입시 돌입전류, 고조과전류에 의한 오동작에 주의한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 피더의 整定에 맞춘다. 	

(주) 설비내의 사고의 機器고장에 대한 보호는 표3, 표4를 참조한다.

히 적극적인 보호를 할 필요는 없는데 아래와 같은 점을 방지할 목적으로 일반적으로는 不足電壓繼電器에 의하여 콘덴서 설비를 개방하는 보호방식이 채용되고 있다.

- (i) 電壓回復時: 무부하에서 콘덴서 설비만이 투입되었을 경우 力率의 과도한 진행 및 모선전압이 過上昇이 될 우려가 있다.
- (ii) 電壓回復時: 무부하변압기와 콘덴서가 동시에 투입되었을 경우 변압기 突入電流에 포함된 고조파가 콘덴서 회로에 多量으로 流入되어 콘덴서가 過電壓이 될 우려가 있다.

(2) 콘덴서 設備내의 保護 및 事故檢出

전력용 콘덴서 설비내의 사고에 대해서는

- (i) 계통의 정전범위의 국한
- (ii) 계통의 2차적 사고유발의 방지
- (iii) 콘덴서 설비 내의 健全部分에의 波及 방지의 관점에서 이것을 확실히 검출하여 보호해야 된다.

(a) 短絡事故의 檢出

전력용 콘덴서 설비내의 短絡事故 검출에는 일반적으로 과전류계전기가 사용된다. 또한 고압회로의 소용량 콘덴서에 있어서는 콘덴서 내

부사고 보호와 병용하여 限流形 퓨즈가 사용되는 수가 있다.

어느 경우에서도 콘덴서 回路 특유의 高調波 電流 및 콘덴서 투입시의 돌입전류에 의한 오동작을 피하도록 整定 탭값 및 정격전류의 선정에는 배려를 해야 된다.

(b) 過負荷(過電流)保護

일반적으로는 과전류계전기가 병용되는데 표 2와 같은 허용치를 초과하는 과대한 고조파전류가 유입될 가능성이 예상될 경우에는 高調波 과전류계전기를 설치하는 수가 있다.

(c) 地絡事故의 檢出

지락사고는 계통의 중성점 접지방식, 對地分容量 및 고장점의 지락저항에 따라 양상이 다르므로 일괄적으로 그 보호방식을 결정할 수는 없는데 일반 실비와 마찬가지로의 地絡保護(선택지락, 방향지락 또는 지락과 전류계전기에 의한 보호)가 채용된다. 또한 콘덴서 설비의 지락 검출은 기기의 내부고장 검출용 계전기로 커버되는 부분도 있다.

(d) 機器內部事故의 檢出

콘덴서 설비 내의 기기 내부사고의 대부분, 즉 單位 콘덴서의 내부소자 고장, 直列 리액터 및 放電 코일의 層間絶緣破壞 등은 故障相의 리액턴스 변화 또는 3相전류의 불평형으로 나타난다. 한편 고장장소에서는 아크에 의하여 절연유가 加熱分解되어 가스가 발생한다. 이 분해 가스에 의하여 內壓이 상승하여 케이스 및 油量 조정장치가 팽창한다.

따라서 기기 내부사고의 검출방법으로서는

- (i) 리액턴스變化 또는 3相불평형전류를 검출하는 전기적 검출방식(표 3)
- (ii) 內壓上昇 또는 케이스 및 油量 조정장치의 팽창을 검출하는 기계적 검출방식(표 4)

이 주로 채용되고 있다. 다만, 電壓階級이 높은 회로에 사용되는 單位 콘덴서의 內部素子가 고

<표 2> 콘덴서 設備의 사용한계(KS 발제)

KS C 4802 「고압 및 특별고압 進相콘덴서」
5.3 耐電壓 선로단자 상호간, 정현파에 가까운 상용 주파에서 정격전압의 2배, 1분간
5.4 最大使用電壓 특별 고압용 콘덴서는 정격주파수로 정격전압의 110%의 전압에서 장시간 사용하고, 또 고압용 콘덴서는 정격주파수로 최고전압이 정격전압의 115%에서 그의 24시간 평균치가 定格電壓의 110%인 전압에서 장시간 사용하여도 실용상 지장이 없어야 한다.
5.5 最大使用電流 콘덴서는 그의 充電電流에 고조파를 포함할 때 그 合成電流의 실효치가 정격전류의 135%를 초과하지 않는 범위에서 연속 사용하여도 실용상 지장이 없어야 한다.
KS C 4806 「고압 및 특별 고압 進相 콘덴서용 直列 리액터」
4.4 最大使用電流 리액터는 회로에 제5조파 전류를 포함한 경우, 그 함유율이 기본파 전류에 대해 35% 이하에서 그 合成電流가 정격치의 120% 이하일 경우, 지장없이 사용할 수 있을 것.

장인 경우 리액턴스 변화가 작기 때문에 高感度の 검출방식(전압차동방식)밖에 적용할 수 없다. 또한 이 전기적 검출방식에서는 계통이상시(전압불평형, 1線地絡, 고조파전류)에 여러 가지의 영향을 받게 되는 것이 있으므로 이것도 보호방식의 선정에서 배려해야 된다.

또한 高壓回路용 소용량의 콘덴서에서는 표 5와 같이 限流形 퓨즈방식 또는 과전류 계전기에 의한 검출방식으로 단락보호와 겸용되는 수가 있다. 또한 罐形 콘덴서의 경우 過電流繼電器에 의한 보호만으로 케이스의 보호협조를 하는 것은 곤란하므로 다른 방식(가령 限流 퓨즈, 보호용 접점방식)과의 혼합구성이 필요하다.

3. 保護裝置의 動作要因과 故障診斷

電力用 콘덴서 설비의 보호방식에 대해서는 앞에서 설명을 했는데 이 보호장치의 動作要因은 복잡 다양하다. 그러나 이 요인을 파악하는 것은 보호장치의 동작시 상황을 알 수가 있으며 동시에 동작원인의 조사를 하는데 중요한 것이다.

그림 2는 보호장치의 동작요인을 종합한 것인데 動作要因을 대별하면

- (i) 主回路機器의 고장
- (ii) 콘덴서 설치에 따른 회로현상
- (iii) 보호회로의 故障, 보호회로 자체의 고장

이 되는데 통상 경험하게 되는 보호장치의 동작 원인으로는 主機器의 고장, 회로현상에 의한 것이 많다.

<표 3> 電氣的 檢出方式

名 稱	設 備 結 線	계통이상시 영향의 유(×) 무(○)			特 徵
		고조파진류	전압불평형 (단락포함)	I선지락	
I	<p>(아래와 같음) 33kV이하 66kV 이상</p>	○	○	○	高檢出感度を 가진 우수한 방식으로 보통 전압의 대용량의 중요설비 및 11kV 이상의 설비의 대부분의 설비에 널리 적용되고 있다.
II	<p>66kV이상의 경우에는 ITr는 各相마다 설치한다.</p>	○	○	○	보통고압의 중요한 설비 및 特高의 일부에 적용되고 있다.
III		×	×	○	일부에 예가 있다.
IV		×	○	×	극히 일부에 예가 있다.
V		×	×	×	
VI		○	○	○	보통 고압의 籠形 콘덴서를 多數 集합하여 설비를 구성하는 경우에 적용이 가능하다.
VII		○	○	○	

<표 4>

方式	機械的檢出方式		
	FA 接點方式	保護用接點方式	케이스 팽창검출방식
結線	<p>마이크로 스위치 트립 회로에 부착물 内部故障에 의한 팽창에 위치 油量調整槽 (FT)</p>	<p>콘덴서 본體 壓力 Ry 트립 회로에</p>	<p>콘덴서 본體 마이크로 스위치 트립 회로에</p>
原理	<p>콘덴서 파괴장소에서 아크에 의한 절연유의 분해가스가 나와 용기내압이 상승하여 FT(油量調整裝置)가 팽창한다. 이 팽창을 FT에 붙인 마이크로 스위치로 검출한다.</p>	<p>콘덴서 파괴장소에서 아크에 의한 절연유의 분해가스가 나와 용기내압이 상승한다. 이 내압 상승을 검출한다.</p>	<p>콘덴서 파괴장소에서 아크에 의한 절연유의 분해가스가 나와 용기내압이 상승하여 케이스가 팽창한다. 이 팽창을 용기외부에 붙인 마이크로 스위치 등으로 검출한다.</p>
特徵	<p>탱크形 콘덴서의 보호방식으로서 간편, 저렴한 것</p>	<p>罐形 콘덴서의 보호방식으로서 간편, 저렴한 것, 특히 소전류영역의 보호에 적합하다.</p>	<p>좌와 같다.</p>

다음에 각 보호계전기가 동작한 경우의 推定要因과 처치에 대하여 설명한다.

<표 5>

名稱	過電流繼電方式	外部퓨즈方式
結線		
原理	<p>동상의 전력기와 마찬가지로 과전류계전기로 사고를 검출한다.</p>	<p>회로에 흐르는 단락전류를 전력용 전류퓨즈로 限流·차단한다.</p>
特徵	<p>사고발생에서 계전기·차단기동작까지에 0.4초 정도 이상을 요하므로 罐形 콘덴서의 경우에는 용기파괴와의 협조에 주의를 요한다.</p>	<p>단락전류보호에 대해서는 동작시간도 빠르고 가장 우수한 방식인데 進相小電流域에서는 보호할 수 없는 경우가 있다. 突入電流에 의한 퓨즈의 劣化에 주의해야 된다. 罐形 콘덴서의 경우에는 용기파괴와의 협조를 고려하면 과전류계전방식보다 우수한 방식이다.</p>

- (i) 過電壓 不足電壓繼電器의 동작
- 콘덴서 설비 자체의 문제는 아니므로 母線電壓이 정상치로 회복되어 있으면 재투입해도 지장이 없다. 다만, 과전압계전기가 빈번하게 동작할 경우에는 다음과 같은 회로현상에 기인한다는 것도 생각할 수 있으므로 실정을 조사하여
- (i) 母線電壓을 변압기의 탭에 따라 내린다.
 - (ii) 콘덴서의 허용량을 작게 한다.
- 등의 대책을 강구해야 된다.

- (a) 콘덴서 投入에 의한 過電壓
- 콘덴서를 회로에 삽입하면 모선전압이 상승하는 것은 흔히 경험하는 사실이다. 이 母線電壓의 상승률은 대체로 $Q_c/RC \times 100(\%)$ (Q_c : 콘덴서 용량(MVA) RC : 삽입점의 단락용량(MVA))으로 구해지며 일반수용가 구내에서는 계통의 短絡容量에 비하여 콘덴서 용량이 작기

때문에 문제가 되는 경우가 적는데, 변압기의 3차회로에 설치될 경우에는 변압기의 3차권선의 임피던스보다 외관상 단락용량이 작아져 전압이 상승하여 過電壓繼電器가 동작하게 된다.

(2) 過電流計電器의 동작

과전류계전기의 동작원인을 대별하면 표 6 과 같이

- 단락고장
- 회로현상

에 의한 것이 있다.

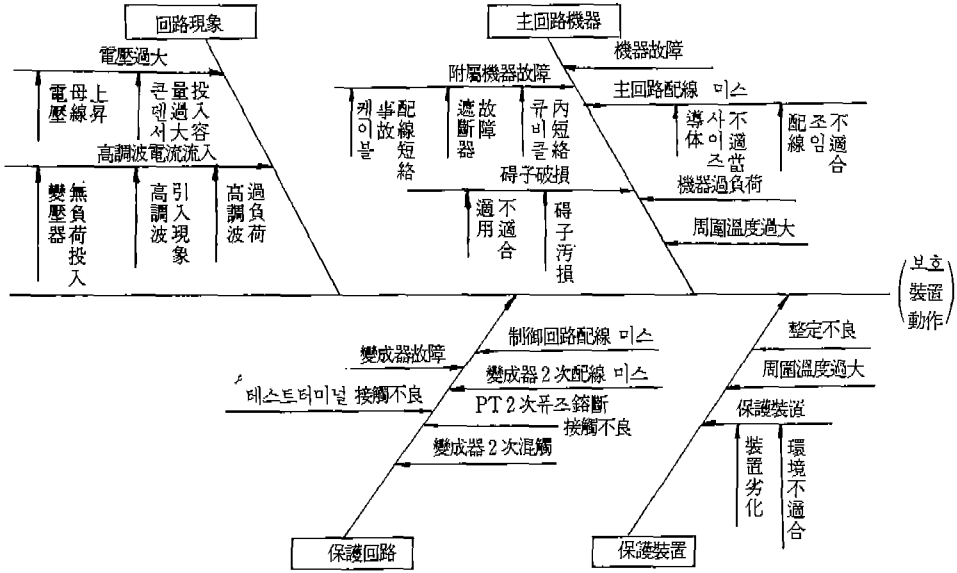
(i) 短絡故障 중 부속기기 고장에 기인하는 것

은 일반적으로 눈으로 확인되는 것이 많고 事故點을 조사한 후에 해당장소를 복구하기까지는 재투입해서는 안된다.

(ii) 主機器 고장에 기인하여 과전류계전기가 동작할 경우에는 내부단락고장에 가까운 것이므로 일반적으로는 機器의 變形 등 外的인 손상으로 나타남에 눈으로 확인되는 경우가 많은데 확인할 수 없는 경우에는 상세한 조사를 해야 된다. 또한 특별회로용 설비는 外部人 결선이고 일반적으로는 콘덴서 내부고장 검출계전기가 동작하며 이

<표 6 >

動作要因	直接原因		推定되는動作現況	備考	
短絡事故	配線	배선단락	配線미스 配線코임 불충분	○ 初充電時에 OCR 動作을 야기하는 수가 많다. ○ 사용중에 OCR 動作을 하는 경우가 많다. ○ 지락 Ry의 동작을 수반하는 경우가 있다.	○ 外部 아크 발생에 의하여 기기에도 손상을 미치는 수가 있다. ○ 직렬 리액터에 단락 전류가 흘러 손상을 미치는 경우가 있다.
		關係	케이블 사이즈 부적당에 의한 과열 열화		
	自然劣化				
	機器關係	機器內部故障 (주로 콘덴서, 放電코일)		○ 보통 고압회로의 경우 동작하는 경우가 있다. ○ 지락 Ry의 동작을 수반하는 경우가 있다. ○ 기기의 변형, 손상이 눈으로 확인되는 경우가 있다.	○ 직렬 리액터에 단락 전류가 흘러 손상을 미치는 경우가 있다.
		차단기의故障	機器의 보수불비		○ 동상 개폐 조작시에 발생하는 경우가 많다.
	流入式에서 注油를 잇는다.		○ 설치 후 단기간 내에 개방 조작시에 발생한다.		
回路現象	投入時의 큰 投入電流		○ 투입시와 同期하여 OCR가 동작한다. ○ 직렬 리액터에서 큰 소리가 나는 경우가 있다. ○ CT2차 플래시 오버를 수반하는 경우가 있다.		
	無負荷變壓器 投入時의 과도 高調波電流의 流入		○ 변압기 투입과 同期하여 OCR가 動作한다. ○ 병렬로 사용되고 있는 콘덴서도 OCR에서 투입되는 경우도 있다. ○ 電流差動 Ry의 동작을 수반하는 경우도 있다. ○ 직렬 리액터의 소리가 과도적으로 커진다.		
	正常的인 高調波 過負荷		○ 대용량의 아크爐, 整流器부하가 있는 경우에 많으며 아크爐의 경우에는 용해기에 빈번하게 동작하는 경우도 있다. ○ 직렬 리액터의 소음이 커진다. ○ 직렬 리액터의 온도계 경보점점의 동작을 수반하는 경우도 있다.	○ 溫度的으로 문제가 되므로 流入되어 오는 고조파를 충분히 파악해야 된다.	



<그림 2 >

같은 과전류계전기 동작이라는 것은 거의 없다. 또한 高壓回路用에서 直列 리액터가 설치되어 전원측에 있는 경우에는 콘덴서 고장에 의하여 단락전류가 흐르고 있기 때문에 일반적으로는 直列 리액터도 내부점검이 필요하다는 것에 유의해야 된다.

(iii) 한편 회로현상에 의한 것에 대해서는

- ① 投入電流에 기인하는 경우(투입조작과 同期하여 OCRy가 동작하고 있는 경우)가 있다. 콘덴서는 투입시에 회로 특유의 큰 돌입전류에 의한 오동작을 피하기 위해 일반적으로는 정격전류의 약 150% 전후로 整定되는데 정정치가 낮으면 오동작을 하는 수가 있다. 다음에 繼電器가 동작한 경우에는 整定値를 체크하여 낮은 경우에는 재정정을 하고 또한 기기의 外觀을 점검한 후에는 재투입해도 무방하다. 다만, 정정치가 낮지 않은 경우 및 콘덴서에 내부고장 검출장치가 없는 경우에는 충분히 기기조사를 실시하여 이상이 없다는 것을 확인한 후에 재투입하도록 한다.
- ② 變壓器 無負荷 投入時의 돌입전류에 기인하는 경우(自系統 및 他系統에서의 변압기

투입조작과 同期하여 OCRy가 동작하고 있는 경우)에는 이것은 突入電流에 포함되어 있는 高調波(특히 제3, 제4조파)전류가 과도적이기는 해도 다양으로 콘덴서 회로에 分流되어 오는 것으로 인한 것이다. 이 경우 그 高調波電流의 含有量에 따라 콘덴서에 과전압을 초래하며 耐壓上 악영향을 미치는 수가 있으므로 그 실태를 충분히 파악하여 메이커에 확인해야 된다.

- ③ 高調波電流의 流入에 의한 定常的인 過負荷

일반적인 콘덴서 설비는 콘덴서 리액턴스의 6%의 直列 리액터를 가진 것이 많이 사용되고 있는데 다음과 같은 고조파 사고를 수반하여 過電流繼電器가 동작하는 수가 있다.

- (가) 直列 리액터가 없는 콘덴서와 直列 리액터가 있는 콘덴서가 병렬로 사용되고 있는 경우로 前者의 용량이 後者보다 많아지면 제 5 조파 전류가 확대되어 직렬 리액터 및 콘덴서 燒損 등의 사고가 발생한다(이 경우에는 直列 리액터가 없는 콘덴서에 直列 리액터를 설치하는 등의 대책이 필요하다).

(나) 大容量 整流器 負荷가 있는 경우에는 계통 조건에 따라서는 정류기 부하에서 발생하는 고조파 전류가 다량으로 콘덴서 회로에 分流되어 옴으로써 직렬 리액터의 燒損 등의 사고가 발생한다(이 경우에는 직렬 리액터의 리액턴스値를 크게 하거나 交流 필터의 설치를 검토해야 된다).

(대) 아크燈 負荷나 單相 정류부하 및 사이리스터를 사용한 단상부하전류 조정장치 등이 있으면 제 3 조파 전류가 발생하기 때문에 $L=6\%$ 附의 콘덴서 설비의 경우 系統 임피던스와 사이에서 병렬공진을 야기하여 콘덴서 회로에 多量의 제 3 조파 전류가 流入되는 수가 있다(이와 같은 負荷가 있는 경우에는 $L=13\%$ 의 직렬 리액터의 채용이 필요하다).

(라) 混合 브리지 結線의 정류기부하와 같이 제 4 조파 전류를 발생하는 부하가 있는 경우에는 $L=6\%$ 附의 콘덴서 설비에서는 直列 共振에 의하여 제 4 조파 전류가 다량으로 유입되어 직렬 리액터 소손 등의 고장이 발생한다(이와 같은 負荷가 있는 경우에는 통상 $L=8\%$ 의 직렬 리액터를 채용하고 있다).

(3) 機器內部故障의 檢出裝置의 동작

기기의 내부고장이 발생한 경우에 再投入하면 고장부분 및 사고범위를 확대시키게 되므로 그 원인이 판명되기까지 재투입해서는 안된다. 내부고장에 의하여 容器變形을 수반하는 경우에는 눈으로 확인할 수가 있는데 일반적으로는 상세한 조사가 필요하다. 다만, 이 檢出裝置의 동작의 원인으로서는 계통이상으로 인한 영향, 보호회로의 사고로 인한 것도 있으므로 이 점도 충분히 조사를 해야 된다.

각 기기에 대해서는 현장점검항목에 따라 조사를 실시하여 內部異常이 있다고 생각되는 것은 메이커에 연락하여 정밀점검을 실시하고 수리한다.

(4) 電力과 퓨즈의 動作

限流形 電力 퓨즈의 동작 요인으로서

(i) 定格電流의 선정착오로 콘덴서 회로 특유의 큰 突入電流에 의하여 퓨즈의 劣化가 촉진되어 鎔斷

(ii) 配線 등에서 단락사고 발생

(iii) 機器 內部故障

을 생각할 수 있다. 限流形 퓨즈는 사고전류를 限流시키기 때문에 外部 단락사고 이외에는 외관상 이상을 인정하기가 곤란하며 거기에 대해서는 상세한 조사가 필요하다. 또한 퓨즈의 定格電流의 선정에서는 전류-시간특성을 충분히 검토해야 된다.

이상 保護繼電器가 동작한 경우의 처치에 대하여 설명했는데 콘덴서 設備 구성기기의 어느

<표 7 >

故障機器	繼續運轉條件下에서
콘덴서	① 3相 콘덴서의 집합으로 직렬 리액터가 없는 Bank 계속운전 가능 ② 單相 콘덴서의 集合 Bank • 1臺의 故障으로 3相不平衡이 되므로 3相을 같은 臺數로 한다. • 콘덴서를 제거했을 경우 ㉠ 내부고장검출 보호방식에 영향이 없는지를 체크한다. ㉡ 콘덴서의 리액턴스에 대한 直列 리액터의 리액턴스의 비율이 대폭적으로 감소되지 않았는지 체크한다. ㉢ ㉠의 이유로 直列 리액터도 제거할 경우에는 高調波 문제가 발생하지 않는지 체크한다. 모두 메이커와의 상의가 필요하다.
放電裝置	① 방전장치가 없는 운전은 해서는 안된다. ② 放電裝置로 콘덴서 내부고장의 검출을 하고 있는 경우에는 다른 검출방법을 고려한 후 잠정적인 방전장치 (③)를 대체품으로 사용한다. ③ 放電만이 목적인 경우에는 동등 이상의 耐電壓 특성을 가진 PT, Tr를 대체품으로 사용한다.
直렬리액터	高調波 문제가 발생하지 않는지 검토한다. ㉠ 계통과의 高調波共振은 없는가. ㉡ 직렬 리액터가 있는 것과 混用이 될 경우에는 (직렬 리액터가 있는 콘덴서 용량) ≧ (직렬 리액터가 없는 콘덴서 용량) 을 충족시키는 운용을 할 수 있는가.

것에 고장이 발생했을 때 故障機器를 철거한 후 전선기기만으로 설비를 계속 운전하려면 표 7 을 참고로 문제가 발생하지 않도록 배려해야 된다.

4. 點檢의 포인트

고장이 발생한 후의 진단방법에 대해서는 앞에서 설명했는데 여기서는 事故時 및 일상점검에서 이상을 발견할 수 있도록 구체적인 점검의 포인트를 해설한다.

(1) 現場點檢

콘덴서는 內部素體를 철제용기 내에 수납하여 밀봉한 후 高溫에서 진공건조시켜 미리 특별히 처리된 절연유를 공기와 접촉되지 않게 완전히 浸潤한 것으로서 온도변화에 의한 內部容積의 변화는 氣體와 접촉시키지 않고 용기 위에 설치한 피딩탱크(罐形 콘덴서의 경우에는 용기의 側壁)에 의하여 자동적으로 실시된다.

따라서 콘덴서는 패킹(부싱의 上下)의 죄임 볼트 또는 다른 密封場所의 볼트를 이완시키는

것은 절대로 피해야 된다. 그것은 내부의 絕緣油가 外氣에 접촉되면 劣化되며 또한 大氣壓보다 약간 높게 유지되고 있는 內部壓力이 저하되기 때문이다.

또한 고도의 진공처리를 한 素子 및 절연유를 용기 내에 밀봉하여 外氣와 완전히 차단한 것이므로 내부점검, 절연유 교체는 전혀 필요가 없다.

또한 보통식 직렬 리액터 등과 같이 油劣化防止 조치가 되어 있지 않는 구조에 대해서는 점검주기에 주의해야 된다.

또한 현장점검에서는 이상을 인정할 수는 있어도 특성의 劣化는 檢知할 수 없다는 것을 인식해 둘 필요가 있다.

(2) 外觀點檢項目

외관점검에 관하여 점검항목 판정기준은 표 8 에 기술하였다.

이 항목은 간단한 내용이기에는 해도 방치하면 중대사고가 될 가능성이 있다. 예를 들면

(i) 油漏洩을 방지해 두면 절연유가 大氣에 의

<표 8> 外觀點檢

No.	點檢項目	方 法	判 定 基 準	備 考
1	油漏洩有無 점검	눈 점 검	油漏洩이 없을 것	<ul style="list-style-type: none"> 유누설의 가능성이 있는 장소는 용접부, 애자 上部 유량조정장치부 유량조정장치부의 점검은 피딩 탱크 커버를 제거할 필요가 없다. 커버에서 外部로 기름이 나와 있는 경우를 유누설로 판정하여 커버를 벗기고 유누설 장소를 조사한다.
2	단자의 이완 과열유무 점검	터 조임 눈 점 검	단자의 이완 加熱에 의한 변색이 없을 것	<ul style="list-style-type: none"> 端子部の 최고온도는 90℃ 이하(주위 40℃에서)
3	용기의 發錆 유무점검	눈 점 검	發錆이 없을 것	
4	기타 外觀 點檢	눈 점 검	부싱의 파손, 용기의 이상변형이 없을 것	
	용기의 이상팽창 유무점검 (罐形 콘덴서)	눈점검 또는 측정	한쪽의 허용팽창이 다음 이하 일 것 10~30kVA...15mm 50~kVA...20mm 75~100kVA...25mm 150kVA...30mm	

하여 劣化되어 특성열화, 내부고장으로 발전한다.

- (ii) 端子의 이완을 방지해 두면 과열에 의하여 배선이 단선되어 地絡, 短絡事故로 발전한다.
- (iii) 부상의 파손은 절연저하에 의한 地絡, 短絡事故로 발전할 가능성이 있으며 또한 파손의 정도가 크면 油漏洩의 원인이 될 가능성이 있다.

한편 리스트에는 없지만 다음의 항목도 중요하다.

- ① 騒音의 감시나 온도계·전류계의 감시 : 이것은 주로 고조파전류에 의한 過負荷방지면에서 중요하다. 고조파전류가 異常하게 유입되었을 때 直列 리액터의 소음이 커지거나 온도가 높아진다. 또한 전류도 통상치보다 많아진다.
- ② 異常音, 異臭의 감시 : 기기 내부의 적임부가 이완되거나 접지가 불완전한 경우 靜電放電에 의한 이상음이나 진동에 의한 이상음이 발생하는 수가 있다. 또한 端子部 이

완에 의하여 과열되고 있는 경우라든지 油漏洩의 경우 異臭가 나는 수가 있다. 따라서 異臭를 感知한 경우에는 치밀한 점검을 해야 된다.

여하간에 소음, 이상음에 대해서는 그 음의 상태에 대하여 상세히 기록하고 溫度計, 電流計의 지시에 대해서는 통상의 차이를 기록하여 메이커와 상의하여 처치를 할 필요가 있다.

또한 油漏洩 처치에 대해서는

- (가) 油量調整裝置部 : 현지에서 새로운 유량조정裝置와 교체한다.
- (나) 銲接部 : 현지에서 용접 또는 납땜으로 수리가 가능하다.
- (다) 碼子の 패킹部 : 현지에서 패킹의 교체가 가능하다. 다만, PCB가 든 것은 불가능하다.
- (라) 납땜碼子の 銀납땜部 : 현지에서 수리는不可能하다. 메이커에 수리를 의뢰한다. 다만, PCB가 든 것은 수리가 불가능하다. 또한 罐形 콘덴서의 용기가 기준 이상으로 팽

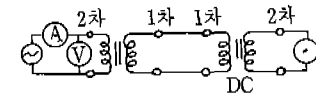
<표9> 큰 덴 서

No	點檢項目	方 法	判 定 基 準	備 考
1	절연저항측정	메 가	端子外函사이가 1,000MΩ 이상	<ul style="list-style-type: none"> • n臺 병렬로 접속되어 있는 경우에는 1,000/nMΩ 이상 • 애자를 잘 청소하고 측정한다. • 1단자가 케이스에 접속되어 있는 경우에는 제외
2	용 량 측 정	C미터 등 또는 전압·전류방법	<ul style="list-style-type: none"> • 정격치에 대하여 -5%~+10% 이내 	<ul style="list-style-type: none"> • 제작시의 용량이 명확하고 또한 C미터 등으로 측정할 경우에는 ±5% 이내 • 전압은 100V 정도를 사용 <p>測定回路圖</p> <p>(三角形結線)</p> <p>(星形結線)</p>
3	손 실 측 정	세링브리지 등	제작치에 대하여 +20% 이내. 부하는 문제 없다.	<ul style="list-style-type: none"> • 측정용 리드 저항, 접속저항의 영향을 받기 쉬우므로 주의한다.
4	내전압시험	交流內壓 세트	관청 시험전압을 단자 외함간에 10분간 인가하여 이상이 없을 것	<ul style="list-style-type: none"> • 외함에 1단자가 접속된 것은 실시가 불가능하다.

<표10> 직렬 리액터

No.	點檢項目	方 法	判 定 基 準	備 考
1	절연저항측정	메 가	단자의함간 내부 20℃에서 500MΩ 이상	◦ 내부 온도에 의하여 절연저항은 대폭적으로 변화한다. 40℃ 150MΩ 이상 70℃ 50MΩ 이상
2	절연유시험 (普通式)	오일테스터	30kV 이상	
3	직류저항측정	저 항 계	제작치 ±10% 이내	◦ 온도보정을 요한다.
4	리액턴스측정	전압 전류 계 법	제작치에 대하여 ±10% 이내	◦ 10V 정도의 3φ 교류를 사용하여 측정 ◦ 1φ 리액터의 경우에는 1φ 전원으로 실시 가능하다.
5	내전압시험	전류 내압 세 트	관청 시험전압을 단자 외 함간에 10분간 인가하여 이상이 없을 것	◦ 절연 架臺 탑재의 것은 실시하지 않는다.

<표11> 放電 코일

No.	點檢項目	方 法	判 定 基 準	備 考
1	導通시험	테 스 터	導通이 있을 것	◦ V결선인 경우에는 각각의 코일의 저항치는 같다.
2	절연사항· 절연유 시험	직렬 리액터와 같다.		
3	직류저항측정	저 항 계	제작치에 대하여 ±10% 이내	
4	耐電壓試驗	直列 리액터와 같다.		◦ 일단 이 외함에 접속된 것은 실시할 수 없다. ◦ 2次附 2차회로 일괄 외함간 15kV 1분간
5	變壓比시험 勵磁電流측정 (2次코일附)	2臺의 放電코일을 사용하여 1차측을 접속한 후 1臺의 2차측부 터 電壓을 印加한다.	◦ 變壓比는 定格의 ±3% 이내일 것 ◦ 勵磁電流는 印加電壓 비례할 것	◦ 實施方法은 

창되어 있으면 內部 절연과괴를 예상할 수 있으므로 新品과 교체해야 된다.

(3) 機器의 電氣의 特性의 點檢項目

콘덴서 직렬 리액터 및 放電 코일의 점검항목을 표9, 10, 11에 들었다.

이 항목 중 절연저항측정, 내전압시험 이외의 특성시험의 결과에 따라 良否를 판단하는 것은 어렵지만 표에 기재된 판정기준을 가늠으로 같은 시기의 제품의 測定値와의 비교, 前回の 측정치와의 비교에 의하여 판단하면 된다.

절연저항, 용기, 손실, 內壓不良 등 전기적 특성이 이상한 것은 메이커의 精密點檢이 필요하다.

기타 기기의 點檢項目으로는 다음과 같은 것

이 있다.

(a) 絕緣架臺(66kV 이상의 설비)

架臺用 애자 볼트의 이완 유무의 점검, 애자 파손 유무 및 汚損의 유무를 점검하고 그 후에 절연저항을 메가로 측정하여 1,000MΩ/N(N: 애자수) 이상이라는 것을 확인한다.

(b) 開閉器(遮斷器)

콘덴서용 개폐기(차단기)는 일반부하에 비하여 개폐빈도가 많으므로 접촉자의 점검에는 충분한 유의를 하는 외에 취급설명서에 따라 다른 일반 차단기와 같은 점검을 한다.

끝으로 보수, 점검에 의하여 발견되는 고장의 원인과 對策을 표12에 종합하였다.

<표 12> 보수, 점검에 의하여 발견되는 故障의 原因과 對策

故障의 內容	故障原因											故障原因 확인의 주요 포인트			
	内部異常	周圍溫度過大	電壓過大	外部의 短絡地絡	高調波의 流入	端子쇠임 불충분	測定器 고장	絶緣油 열화	油量의 過不足	開閉器不完全投入	外力에 의한 케이스 등의 損傷		機器 선정 不適當	突入電流過大	機械의 性能의 自然劣化
端子部의 과열변색					○	○						○		○	<ul style="list-style-type: none"> 쇠임상황 電線 사이즈
油 漏 洩	○			○					○					○	<ul style="list-style-type: none"> 누설장소。發錆의 유무 케이스 變形의 유무
油 面 低 下								○	○	○				○	<ul style="list-style-type: none"> 油面計의 막힘 油漏洩의 유무
부 심 損 傷	○			○						○					<ul style="list-style-type: none"> 손상상황 손상위치
케 이 스 의 變 形 또 는 損 傷	○	○			○					○				○	<ul style="list-style-type: none"> 손상상황。주위온도 보호장치 동작의 유무
異 常 音 · 騒 音	○			○	○	○				○	○			○	<ul style="list-style-type: none"> 音의 質。電流計의 指針 音의 발생시간대。발생장소
異 臭	○							○	○						<ul style="list-style-type: none"> 단자 쇠임상황 절연유의 시험
溫 度 異 常	○	○	○		○				○				○		<ul style="list-style-type: none"> 케이스 變形의 유무。주위온도 다른 온도계로 測溫。전류계
電 流 計 指 針 異 常	○		○		○	○				○		○	○		<ul style="list-style-type: none"> 보호장치 동작의 유무 전압 전류계의 교정
保 護 裝 置 의 동 작	○			○	○							○			<ul style="list-style-type: none"> 케이스 변형의 유무 보호방식의 재검토
퓨 즈 의 용 단	○			○								○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 용단의 시기。靜電容量 측정 케이스 변형의 유무
靜 電 容 量 異 常	○								○						<ul style="list-style-type: none"> 케이스 變形의 유무 다른 방법에 의한 測定
損 失 (t tan δ) 이 상	○							○	○						<ul style="list-style-type: none"> 온도상승 변화의 유무 前回の 절연유 처리시기
절 연 저 항 저 하	○			○				○	○	○					<ul style="list-style-type: none"> 애자 표면 오손상황。유량의 확인
再 發 防 止 策	신호와 교체	환기설비의 설치 등	變壓器 탭의 전환	플래시 오버 장치의 제거	直列 리액터의 설치 등	더 쇠임한다	추정기의 교정 교체	절연유의 여과 또는 교체	절연유의 추가 또는 빼낸다	개폐기의 수리 또는 교체	손상장소의 수리 또는 교체	기기 선정 방침의 검토	직렬 리액터 설치 등	수명에 따라 신호와의 교체	